

BK

**WASTE HEAT RECOVERY SYSTEM**

Patent Number: JP52046244  
Publication date: 1977-04-12  
Inventor(s): ENOMOTO KOICHI; others: 03  
Applicant(s): ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD; others: 01  
Requested Patent: ☐ JP52046244  
Application Number: JP19750120597 19751008  
Priority Number(s):  
IPC Classification: F01K27/02; F01K25/08  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:** A waste water recovery system characterized by high efficiency of heat exchange, wherein a Rankine cycle (with butane or pentane as working fluid) is utilized and heat exchange is conducted through the direct contact method.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



特 許 願  
昭和50年10月8日

特許庁長官 齊藤英雄 殿

1. 発明の名称  
ハイブリッド型燃焼炉  
廃熱回収装置

2. 発明者

住 所 千葉県市原市有秋台3の2、  
B03022

氏 名 坂本 浩一 (ほか3名)

3. 特許出願人

住 所 東京都千代田区大手町2丁目2番1号  
名 称 (009)石川島播磨重工業株式会社 (ほか1名)  
代表者 真 藤 恒

4. 代理人

住 所 東京都港区高輪2丁目1番11号  
高輪レジデンス306号

氏 名 (6567)弁理士 小山 富久  
電話 東京(03)445-4257



(1)  
50 120597

方式  
審査

明 細 書

1. 発明の名称

廃熱回収装置

2. 特許請求の範囲

エチレンプラント等からの温水にランキンサイクルの作動媒体としてのブタンまたはペンタンの大部分を直接接触熱交換させて蒸発気化させるようにした蒸気発生器と、その蒸発気体を作動媒体とするランキン機関と、この機関から出た作動媒体を凝縮液化する凝縮器と、この凝縮器と前記蒸気発生器との間に設けられて該凝縮器から出た作動媒体を予熱する予熱器とからなる、廃熱回収装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、エチレンプラント等の化学プラントの廃熱回収装置に関するものである。

ナフサ等の炭化水素原料を熱分解し、エチレンやプロピレン等を製造するエチレンプラントにおいて、分解炉中で高温に加熱され、分解さ

(1)

① 日本国特許庁

## 公開特許公報

①特開昭 52-46244

④公開日 昭52.(1977) 4.12

②特願昭 50-120597

②出願日 昭50.(1975) 10. 8

審査請求 未請求

(全6頁)

庁内整理番号

6792 34

⑤日本分類

52 F1

⑤ Int. Cl<sup>2</sup>

F01K 27/02

F01K 25/08

識別  
記号

れた製品を含む炭化水素等は、製品の収率をあげるため、急冷し、不要な副反応を抑える必要がある。この方法として、分解炉をでた製品を含む炭化水素は、すぐ高圧蒸気発生器に入り、水に熱を与えて冷却される。このときの熱は蒸気を発生させることにより回収され、有効に利用される。高圧蒸気発生器をでた製品を含む炭化水素等は、その後、クエンチウオータやクエンチオイルにより冷却される。またこのクエンチウオータやクエンチオイルは外部にでて冷却され、循環再利用される。そしてこのクエンチウオータやクエンチオイルは比較的低温のため、一部の熱のみが回収されて有効に利用されるが、他の熱は海水等で冷却され、有効に利用されずに捨てられている。この捨てられている熱、とくに温水であるクエンチウオータの熱を有効に利用することは、化学プラントの熱効率を上げ、製品のコスト低減に貢献すると同時に省資源の立場から非常に望ましいことである。

本発明は、クエンチウオータなどの温水の廃

(2)

熱を利用し、ランキン機関を作動させ、動力として廃熱を回収する装置に関し、その目的とするところは、低価格で、かつ、高出力で、経済的に大きな利益のある装置を提供するにある。

一般に、ランキンサイクルにおいては、ランキン機関を作動させる媒体、つまり、作動媒体をガス発生器内で加熱し、蒸発気化させ、ランキン機関に送り、そこで膨張させ、仕事を取り出す。すなわち、第2図のように、横軸にエンタルピーをとり、縦軸に圧力 $P$ をとつたランキンサイクルモリエル線図で説明すると、 $A-B$ はポンプによる作動媒体液の昇圧、 $B-C$ は液の予熱、 $C-D$ はガス発生器内での一部顕熱を含む作動媒体の蒸発、 $D-E$ はランキン機関での膨張、 $E-A$ は一部顕熱を含む凝縮器内での凝縮で、 $A-B-C-D-E-A$ は蒸発温度が高い場合のランキンサイクルを示し、 $A-B'-C'-D'-E'-A$ は蒸発温度が低い場合のランキンサイクルを示す。また図中の加熱流体温度を示す点線  $FG$  は熱源となる加熱流体の温度状

(3)

度との温度差にほぼ比例する。したがつて、とくに廃熱回収装置においては、加熱流体の温度が低いことが多く、そのため、前記蒸発温度と凝縮温度との温度差が小さく、蒸発温度を僅かに下げてもランキン機関の出力が低下する割合が大きくなり、伝熱面積を小とするのは経済的ではない。また逆に廃熱回収では前記蒸発温度と凝縮温度との温度差が小さいため、ガス発生器で交換する熱量が大きい割りにランキン機関の出力が小さい。すなわち、廃熱回収では単位出力当りのガス発生器の価格が高く、伝熱面積を増やすのも経済的ではない。

一方、クエンチウオータはエチレンプラント内で製品その他の炭化水素と直接接触して加熱されるものであり、僅かの炭化水素を溶解しており、換言すれば、逆に僅かの炭化水素を溶解しても問題はない。この事実を利用し、後述する条件を具備する物質を作動媒体として選定すれば、ガス発生器および予熱器を直接接触式熱交換器とすることが可能である。このように、

(5)

態のみを示したものであり、 $\Delta t$  は加熱流体出口温度と蒸発温度との温度差を示し、 $\Delta p$  はランキン機関での膨張による圧力降下を示し、 $\Delta i$  はランキン機関で発生する仕事を示し、実線  $CD$  は蒸発温度を、実線  $EA$  は凝縮温度を示す。

一般にガス発生器は、シエルアンドチューブ形熱交換器のごとく作動媒体と加熱流体とを隔てる伝熱面を有し、ガス発生器の価格は、おおよそこの伝熱面積に比例する。したがつて、ガス発生器の価格を低減しようとするれば、前記  $\Delta t$  を大とし、伝熱面積を小とする必要があり、この場合、蒸発温度が低下し、前記  $\Delta i$  も小となり、ランキン機関の出力が減少する。逆にランキン機関の出力を増加させようとするれば、蒸気温度を高くする必要がある、この場合、伝熱面積が大となり、ガス発生器の価格が上昇するため、価格と出力の両方を同時に望ましい状態にすることは困難であつた。つまり、ランキンサイクルのランキン機関の出力は利用する熱量を同じくすると、作動媒体の蒸発温度と凝縮温

(4)

直接接触式熱交換器を使用すれば、前記  $\Delta t$  を小とすることができ、しかも伝熱管は不要であるため、ランキン機関の出力を大とすることができるのと同時にガス発生器の価格も大幅に低減でき、経済的な廃熱回収装置が実現できる。

前記の作動媒体の具備すべき条件として、

- (1) 水への溶解度が小さく、水と比重が異なり、水と容易に分離可能な物質であること。
- (2) 水に溶解してプラントに戻り、製品、炭化水素、水、水蒸気と混合しても、有害な化学反応やその他の不都合を起こさない物質であること。
- (3) 水よりも低沸点で、かつ、凝縮温度（約  $40^{\circ}\text{C}$ ）の飽和圧力が大気圧以上の物質であること。
- (4) ガス発生器での蒸発圧力があまり高くない物質であること。
- (5) 飽和蒸気を等エントロピー膨張させても、湿り領域に入らない物質であること。

(6)

以上の条件から、ブタンまたはペンタンが望ましい。ここでいうブタンまたはペンタンとは、イソまたはノルマルを問わないし、成分も100%の純粋なものでもよい。

第3図には、横軸に温度 $t$ をとり、縦軸に圧力 $p$ をとつて、各種炭化水素と水の飽和蒸気圧を示す。すなわち、第3図において、曲線 $a$ はプロパン、 $b$ は1-ブタン、 $c$ は $n$ -ブタン、 $d$ は $n$ -ペンタン、 $e$ は水を示している。

第4図および第5図には、横軸にクエンチウオタ入口温度 $t_1$ をとり、縦軸に蒸発温度 $t_2$ をとつて、それぞれガス発生器が2段の場合と、1段の場合について、熱力学的にランキン機関の出力が最大となるような望ましい蒸発温度を斜線内で示す。ただし、それ以上の温度で蒸発させることも可能で、その場合、出力は減少するが、装置価格も減少し、経済的には不利にならないこともある。なお第4図において、上の斜線部分は高圧側ガス発生器についてのものを、下の斜線部分は低圧側ガス発生器についてのもの

(7)

管路14をとおり、プラントに戻る。一方、作動媒体(ペンタン)の流れは、高圧側ガス発生器1(蒸気発生器)で蒸発し、一部水蒸気を含む気体のペンタンは管路15をとおり、ランキン機関4(タービン)の高圧側に入る。また低圧側ガス発生器2(蒸気発生器)で蒸発し、一部水蒸気を含む気体のペンタンは管路16をとおり、ランキン機関4の中圧側に入る。上記2種類の異なつた圧力の一部水蒸気を含むペンタンは、該機関4で膨張し、低圧となつて管路17をとおり、凝縮器5に入り、冷却水管9による冷却水により冷却され、液化(凝縮)し、管路18をとおり、セパレータ6に入る。このセパレータ6の内部では容易に分離し、下層の水は管路10から排出し、上層のペンタンは管路19をとおり、ポンプ7により昇圧され、管路20をとおり、予熱器3に入り、その飽和温度または飽和温度近くまで加熱され、管路21をとおり、一部はポンプ7'により昇圧され、管路22をとおり、低圧側ガス発生器2に入り、

(9)

のを示す。

第6図にはランキン機関の大きさと、装置の作動圧力を考慮して望ましい作動媒体を斜線で示す。ただし、Hの欄は蒸発器が2段の場合を、Jの欄は蒸発器が1段の場合を、斜線部分Kはブタンを、斜線部分Lはペンタンを、 $t_1$ はクエンチウオタ入口温度を示す。

つぎに、本発明の一実施例について、第1図を参照して説明する。エチレンプラントからの比較的高温のクエンチウオタは、加熱流体として管路11をとおり、高圧側ガス発生器1(直接接触式熱交換器)に入り、ランキンサイクルの作動媒体であるブタンまたはペンタン(以下、これを単にペンタンで代表させる。)に熱を与え、管路12をとおり、図示していない減圧装置(たとえば、オリフイス、減圧弁、動力回収水車など)を経て低圧側ガス発生器2(直接接触式熱交換器)に入り、ペンタンに熱を与え、管路13をとおり、予熱器3(直接接触式熱交換器)に入り、ペンタンに熱を与え、

(8)

他の一部はポンプ7"により昇圧され、管路23をとおり、高圧側ガス発生器1に入り、ランキンサイクルが形成される。またランキン機関4は発電機などの負荷8を駆動する。

なお本発明の実施例としては、第1図に示したものの他に、第1図を基にして次のような設計変更をしたものなどがあげられる。

- (1) ガス発生器が1段のもの、すなわち、低圧側ガス発生器2のないもの。
- (2) 予熱器3を高圧側ガス発生器1用と低圧側ガス発生器2用とに、それぞれ各別に設けたもの、または予熱器をガス発生器と一体的に構成したもの、またはガス発生器に予熱器としての働きを併せ持たせたもの。
- (3) 予熱器の一部または全部をシエルアンドチューブ等の直接接触式熱交換器でないものにしたもの。
- (4) ガス発生器の一部をシエルアンドチューブ等の直接接触式熱交換器でないものにしたもの。

(10)

- (5) 温度が2種類以上のクエンチウォーターまたはその他の熱源があり、ガス発生器の一部の熱源として、または予熱器の一部もしくは全部の熱源として利用するもの。
- (6) 凝縮器を直接接式熱交換器にしたもの、および空冷式にしたもの。
- (7) ポンプ7'と7''を直列に接続したもの、または予熱器を高圧側ガス発生器1用と低圧側ガス発生器2用にそれぞれ別個に設けてポンプ7を2系統にしたもの、または予熱器3をシェルアンドチューブ形にし、内部を高圧側ガス発生器1用と低圧側ガス発生器2用に仕切り、または予熱器3を高圧側ガス発生器1用と低圧側ガス発生器2用にそれぞれ別個に設けてポンプ7を2系統にし、ポンプ7'および7''を省略したもの。
- (8) 管路15および16に調節弁を設けたり、タービンバイパス管路を設けたり、その他の管路の修正および追加または付属機器を設けたもの。

01

る。

このように本発明の装置は、低価格で提供することができるうえ、ランキン機関の出力が大幅で廃熱回収率が著しく向上し、しかもプラントには何んらの悪影響がないなど、その奏する効果がきわめて大である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示した系統図、第2図はガス発生器が1段の場合のランキンサイクルモリエル線図、第3図は飽和圧力線図、第4図はガス発生器が2段の場合のクエンチウォーター入口温度と蒸発温度の関係を示す線図、第5図はガス発生器が1段の場合のクエンチウォーター入口温度と蒸発温度の関係を示す線図、第6図はクエンチウォーター入口温度と作動媒体の関係を示す説明図である。

1・・・高圧側ガス発生器、2・・・低圧側ガス発生器、3・・・予熱器、4・・・ランキン機関、5・・・凝縮器、6・・・セパレータ、7、7'、7''・・・ポンプ、8・・・負荷、

03

- (9) セパレータ6を省略したもの。

以上のように、本発明は、エチレンプラント等から排出される温水の有する熱エネルギーを回収する装置において、ブタンまたはペンタンを作動媒体とするランキンサイクルを利用し、かつ、その作動媒体を蒸発気化させる蒸気発生器においては、その温水に前記ブタンまたはペンタンの大部分を直接接式熱交換させて蒸発気化させるものであるから、熱交換率が著しく大になり、ランキン機関の出力を大とすることができるとともに、その蒸気発生器はきわめて簡単なものでよいので、その価格も大幅に低減され、経済的な廃熱回収装置が得られる。しかも、ガス発生器の熱源である温水はブタンまたはペンタンと直接接式熱交換して冷却用水となり、この冷却用水中には、作動媒体直接接式したにもかかわらず、プラントに対して悪影響を及ぼす物質を含んでいないから、この冷却用水をプラントへ循環させても、何んらの悪影響もなく、冷却用水本来の作用を充分発揮することができ

02

9・・・冷却水管、10～23・・・管路。

特許出願人 石川島播磨重工業株式会社

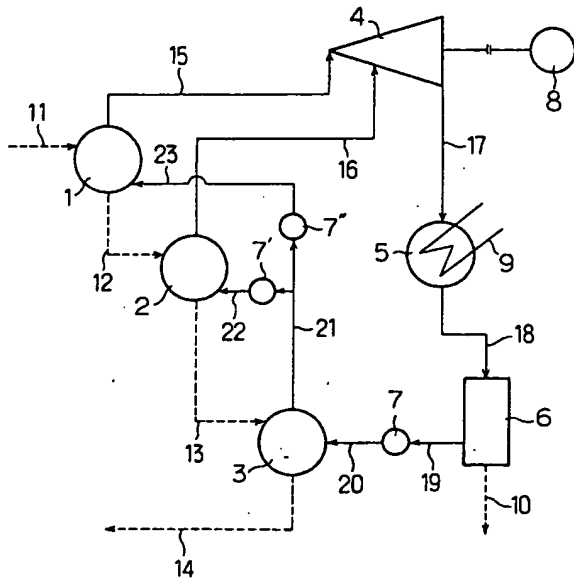
同 三井石油化学工業株式会社

代理人 弁理士 小山 富 久

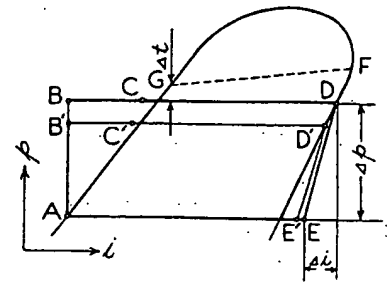


04

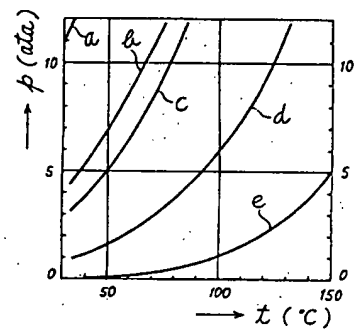
第 1 図



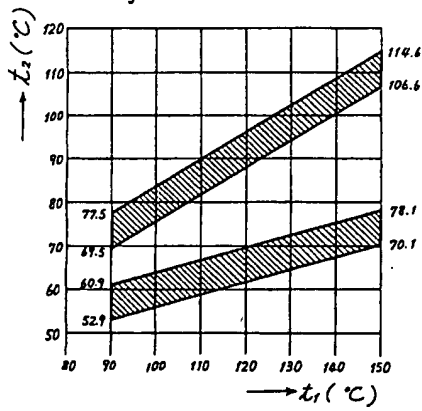
第 2 図



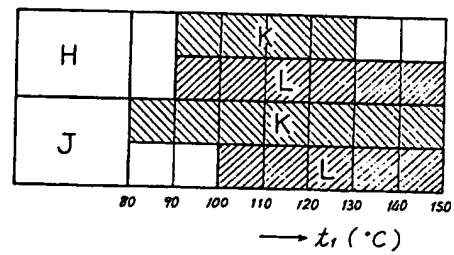
第 3 図



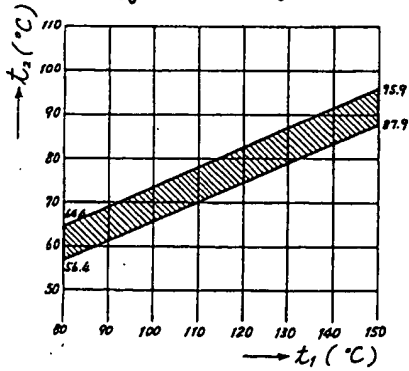
第 4 図



第 6 図



第 5 図



5. 添附書類の目録

- (1) 明 細 書 1 通
- (2) 図 面 1 通
- (3) 委 任 状 2 通
- (4) 願 書 副 本 1 通

6. 前記以外の発明者および特許出願人

(1) 発 明 者

住所 イテハラノナラフナラフ  
千葉県市原市有秋台2の5、  
0の15の401

氏 名 アキ アキ ノブ アキ  
秋 貞 俊 輔

住所 イテハラノナラフナラフ  
千葉県市原市有秋台2の5、  
0の15の308

氏 名 ヤマ シタ ヌシ  
山 下 忠

住所 コトコトコトコト  
東京都江東区豊洲3の2の16  
イシカワ島播磨重工業株式会社  
石川島播磨重工業株式会社  
トヨコトコトコトコト  
豊洲総合事務所内

氏 名 キ ムラ ノブ オ  
木 村 嗣 夫

(2) 特許出願人

住 所 東京都千代田区霞が関3丁目2番5号

名 称 (588)三井石油化学工業株式会社  
代表者 島 居 保 治

(2)